Aus dem Städtischen Schlachthof Gießen.
Direktor: Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration des Schweinefleisches und ihre Bedeutung für die Fleischuntersuchung, auf Grund elektrometrischer Messungen.

STANFORD UNIVE
AUG
23
1938
LIBRARY

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität

zu Giessen

Vorgelegt von

Otto Magsaam
aus Fränkisch-Crumbach
Schlachthoftierarzt in Gießen.

GIESSEN 1937

Buch-, Verlags- und Akzidenzdruckerei Eduard Seibert . Gießen . Ederstrasse 3

Aus dem Städtischen Schlachthof Gießen.
Direktor: Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration des Schweinefleisches und ihre Bedeutung für die Fleischuntersuchung, auf Grund elektrometrischer Messungen.

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität

zu Giessen

Vorgelegt von

Otto Magsaam
aus Fränkisch-Crumbach
Schlachthoftierarzt in Gießen.

GIESSEN 1937

Buch-, Verlags- und Akzidenzdruckerei Eduard Seibert . Gießen . Ederstrasse 3

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154009_0350

I. Einleitung.

Für die Untersuchung des Fleisches wird in neuerer Zeit immer mehr die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration (pH) herangezogen. Insbesondere bei kranken, notgeschlachteten und abgehetzten Tieren hat man bemerkt, daß die Wasserstoffionenkonzentration der Muskulatur 24 Stunden nach der Schlachtung andere Werte aufweist, als bei ausgeruhten und gesunden Tieren. Die Erkenntnis geht dahin, daß bei niederen pH-Werten (6,0 und tiefer), also einer hohen Wasserstoffionenkonzentration, eine normale Fleischsäuerung vorhanden, und damit eine gute Haltbarkeit des Fleisches verbürgt ist. Bei hohen pH-Werten (6,2 und höher) dagegen ist eine geringe Säuerung vorhanden und infolgedessen eine geringere Haltbarkeit zu erwarten. Für die bakterielle Zersetzung des Fleisches sind hohe pH-Werte günstig, eine längst bekannte Tatsache bei der Herstellung der Bakteriennährböden.

Fast alle Untersucher benutzen bislang für ihre Feststellungen die kolorimetrische Methode nach Michaelis-Walpole, da sie nach Angaben der Literatur leicht auszuführen und für die Zwecke der Fleischbeschau genügen soll. Auch die bis jetzt veröffentlichten pH-Kurven, welche die Fleischreaktion instruktiv darstellen, basieren auf kolorimetrischen Messungen. Feststellungen von pH-Kurven des Fleisches der Schlachttiere mit Hilfe genauer elektrometrischer Messungen sind jedoch bis jetzt nicht vorhanden. Die Angaben über die pH-Werte einzelner Muskeln zeigen zudem gewisse Unterschiede, für deren Zustandekommen vielfach eine einwandfreie Erklärung nicht vorhanden ist, insbesondere sind die Verhältnisse für die Muskulatur des Schweines noch vollkommen ungeklärt.

Auf Grund dieser Tatsachen wurde mir die Aufgabe gestellt, Schweinemuskulatur, Fett, Blut und Bindegewebe auf ihre pH-Werte in gewissen Intervallen fortlaufend elektrometrisch zu untersuchen und die gefundenen pH-Zahlen auf ihren Wert für die Beurteilung des Fleisches zu überprüfen.

II. Vorgänge bei der Fleischreifung.

Bongert (2) bezeichnet das Fleisch frischgeschlachteter Tiere als zähe, derb, elastisch und saftarm. In zubereitetem Zustande ist es zähe, fade schmeckend, schwer kaubar und saftlos. Hängt das Fleisch ab, so wird es im Laufe einiger Zeit weich, saftig und nimmt einen aromatischen, säuerlichen Geruch an. Solches durchgereifte Fleisch zeichnet sich nach v. Ostertag (15) durch schnelles Garkochen und Garbraten, große Schmackhaftigkeit und Zartheit aus. Anschließend an die vollzogene Fleischreife tritt allmählich die Fäulnis des Fleisches ein.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß mit der Fleischreifung eine Säuerung des Muskelgewebes einhergeht. Sie wurde früher mit Hilfe von Lackmuspapier festgestellt. Mit dieser Methode fand man, daß das Fleisch frischgeschlachteter Tiere neutral oder amphoter reagiert, daß jedoch schon nach einigen Stunden eine sauere Reaktion eintritt, die längere Zeit bestehen bleibt und erst bei beginnender Fäulnis wieder alkalisch wird. Es ist selbstverständlich, daß mit Hilfe des Lackmuspapiers, als einer rein qualitativen Methode die quantitative Abstufung der Reaktion nicht bestimmt werden konnte. Aus diesem Grunde wurde zur genaueren Ermittlung der vorhandenen Reaktion die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration in die Methodik der Fleischbeschau eingeführt.

Welche Vorgänge im Fleisch bedingen nun die Fleischsäuerung und damit eine Änderung der Wasserstoffionenkonzentration?

Nach dem Tode des tierischen Organismus, dem Aufhören der Gehirnfunktion, der Atmung und der Herztätigkeit findet ein Stoffwechsel noch eine gewisse Zeit statt, bis die Nährstoffe in den Gewebssäften verbraucht sind, und der Zellinhalt mit Stoffwechselprodukten gesättigt ist. Dann setzt der postmortale Abbau durch Enzyme ein, die den hochkomplizierten Stoffwechsel bewirken, aber auch nach dem Tode des Tieres noch weiter tätig sind.

Nach dem Tode tritt die Totenstarre ein, die nach früherer Auffassung als eine Gerinnung des Myosins aufgefaßt wurde, die aber nach Bongert (2) in einer Quellung der Muskelsubstanz besteht, deren Ursache die postmortale Zunahme der Milchsäure ist. Bei der Muskelarbeit des lebenden Tieres wird ein Teil des vorhandenen Glykogens durch intrazelluläre Enzyme in Fleischmilchsäure umgewandelt. Nur ein geringer Teil der entstandenen Milchsäure wird unter Freiwerden von Energie zu CO_2 und H_2O verbrannt, die Hauptmenge wird wieder in Glykogen übergeführt. Diese fermentative Resynthese der Milchsäure kommt mit dem Tode des Tieres zum Stillstand, während die dissimilatorischen Prozesse weiter wirksam

sind und zu einer Ansammlung von Milchsäure führen. Dadurch wird die mit Eintritt der Totenstarre zunächst alkalische Reaktion der Muskulatur in eine allmählich zunehmende saure Reaktion umgewandelt.

Die Lösung der Totenstarre ist auf eine Entquellung der Muskelkolloide zurückzuführen und zwar dadurch, daß die Wirkung der vorhandenen Milchsäure durch Entstehung ihrer Neutralsalze aufgehoben wird (Bongert [2]). Der Säuregrad wird damit geringer. Mit der Lösung der Totenstarre beginnt der Reifungsprozeß des Fleisches durch den es erst seine Vollwertigkeit als Nahrungsmittel erhält. Nach Bongert (2) ist der Reifungsprozeß des Fleisches ein rein enzymatischer Vorgang, teils hydrolytischer, teils reduzierender Natur. Die von den Gewebszellen gebildeten Enzyme wirken auch nach dem Tode der Gewebe weiter spaltend. Die Reifung des Fleisches verläuft ohne Mitwirkung von Bakterien.

Van Oyen (16) führt das Zustandekommen der Fleischsäuerung auf zwei Faktoren zurück. 1. Auf die Anwesenheit von Glykogen und 2. von Fermenten. Die Fermente können das Glykogen in Milchsäure überführen, oder wie van Oyen (16) sagt, das Glykogen wird vergoren. Die entstandene Milchsäure ist nur zu einem Teil frei im Fleischsaft vorhanden und ruft die von uns wahrnehmbare saure Reaktion hervor. Ein anderer Teil wird neutralisiert durch Aufnahme von Metallionen aus Salzen, und ein dritter Teil ist an das Myosin gebunden. Die biochemischen Veränderungen des Fleisches werden von van Oyen (16) als Autolyse bezeichnet und als eine Art Verdauung angesehen. Dadurch wird das Fleisch weicher, schmackhafter und leichter verdaulich. In einwandfreiem Fleisch muß genügend Glykogen und wirksames Ferment vorhanden sein, damit eine normale Säuerung eintreten kann.

Nach Bongert (2) bezeichnet Glage den Reifungsprozeß als „Physiologische Destruktion", Salkowski als „Autodigestion". Eber sieht in dem Reifungsprozeß eine besondere Art saurer Gärung.

Es ist jedoch noch keine Klarheit vorhanden über die chemodynamischen Prozesse, die bei der Fleischreifung vor sich gehen. Nach van Oyen (16) steht jedenfalls fest, daß eine bestimmte Menge Milchsäure zur Fleischreifung notwendig ist. Fleisch ohne diese Säure ist als verringert haltbar und somit als minderwertig zu betrachten.

III. Schrifttum.

a) Die Wasserstoffionenkonzentration des Fleisches der Schlachttiere im allgemeinen.

Lenfeld (12) und seine Schüler Dohnal, Vacha und Mallat haben schon 1925 und 1926 Wasserstoffionenmessungen mit Fleisch durchgeführt (Hökl [8]). Sie finden gleich nach der Schlachtung pH-Werte von 6,6 bis 7,2. Zwei bis drei Stunden später erniedrigen sich diese Zahlen bis zum Maximum der Säuerung auf pH-Werte von 5,6 bis 5,8. Dann steigen die pH-Werte je nach der Aufbewahrungstemperatur des Fleisches mehr oder weniger schnell an. Als Hilfsmittel zur Beurteilung des Fleisches wird die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration von Lenfeld (12) empfohlen.

Nach diesen ersten Feststellungen veröffentlicht Andrjewski (1) 1928 ähnliche Versuchsergebnisse. Nach anfänglich höheren pH-Werten (6,8) sinken dieselben innerhalb 24 Stunden nach der Schlachtung auf pH 5,8 bis 6,0, behalten 3 bis 4 Tage diesen Wert, um dann wieder anzusteigen und am siebten Tage den pH-Wert 7,0 zu erreichen. Die pH-Messungen werden sämtlich nach der kolorimetrischen Methode nach Michaelis-Walpole durchgeführt und umfassen Rind-, Kalb-, Schweine- und Pferdefleisch. Nach Andrjewski (1) läßt sich mithin eine bemerkenswerte Regelmäßigkeit in dem Verlauf der Reaktion des Muskelgewebes gesunder Tiere beobachten, ohne Rücksicht auf Art, Alter Ernährungszustand und Geschlecht, äußere Temperatur, Feuchtigkeit der Luft und dergl. Er untersucht auch die Wasserstoffionenkonzentration des Fleisches kranker und erschöpfter Tiere. In der Schlußfolgerung hierzu gibt er folgendes an: „Wenn in einem, nach Ablauf von 20 Stunden der Ausschlachtung des Tieres untersuchten Fleischextrakt eine pH höher als 6,5 festgestellt wird und sich dabei keine Anzeichen von Zersetzung zeigen, so stammt das Fleisch von den durch den Transport erschöpften oder von kranken Tieren.“ Es hat sich herausgestellt, daß diese Schlußfolgerung zu weitgehend ist, und daß es nicht angängig ist für gewisse Krankheiten eine bestimmte Wasserstoffionenkonzentration des Fleisches anzunehmen. Lenfeld (12) schreibt hierzu: „Sobald uns die pH-Kurve des Fleisches gesunder, nach gehöriger Rast geschlachteter Stücke einzelner Schlachttierarten, deren Fleisch bei Zimmertemperatur, im Keller, in der Eiskammer, im Vorkühlraum oder in der Gefrierkammer aufbewahrt worden war, bekannt ist, können wir auch den Einfluß der Krankheiten oder Erschöpfung auf die pH-Werte des Fleisches studieren.“ Es muß uns also zuerst die pH-Kurve des Fleisches gesunder Tiere bekannt sein.

Die Angaben Andrjewskis (1) wurden von van Oyen (16), Schoon (18) und Fooy (3) geprüft und bestätigt und weitere Untersuchungen angestellt.

Folgende Werte werden von ihnen für die Änderung der Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch gesunder Schlachttiere angegeben:

Zeit nach der Schlachtung	pH Rindfleisch			pH Schweinefleisch		
	mittel	höchste	niedrigste	mittel	höchste	niedrigste
sofort n.d. Schltg.	6,6	6,8	6,3	6,4	6,5	6,3
24 Std. nach der Schlachtung	5,7	5,9	5,5	5,9	6,2	5,7

Zeit nach der Schlachtung	pH Pferdefleisch		
	mittel	höchste	niedrigste
sofort n.d. Schltg.	6,6	6,7	6,5
24 Std. nach der Schlachtung	6,0	6,1	5,8

Die von van Oyen (16) und seinen Mitarbeitern untersuchten Fleischextrakte werden ebenfalls mit der kolorimetrischen Methode nach Michaelis-Walpole gemessen. Nach seinen Untersuchungen tritt bei Rindfleisch, Schweinefleisch und Pferdefleisch eine Säuerung innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Schlachtung auf. Wird aber 24 Stunden nach der Schlachtung eine pH von 6,8 oder höher gemessen, dann stellt van Oyen (16) an diesen Befund die Forderung, daß dieses Fleisch für untauglich zu erklären ist. Dasselbe Fleisch mit pH 6,2 bis 6,8 ist nur auf der Freibank zu verkaufen. Bestehen Zweifel, ob Fleisch verdorben ist oder nicht, dann deutet eine PH von 6,2 oder höher darauf hin, daß es eben in das Inkubationsstadium der Fäulnis eingetreten ist. (Für Schweine ist die Zahl 6,4). Es kann auf Grund dieses Befundes dem freien Verkehr entzogen werden.

Van Oyen (16) knüpft also an seine Versuchsergebnisse die bestimmte Forderung, daß Fleisch von einem pH-Wert von 6,2 (bezw. 6,4 für Schweine) und höher nicht mehr als volltauglich anzusehen ist. In der kolorimetrischen Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration sieht er eine einfache, zuverlässige Methode, um festzustellen, ob im Fleisch die normale Säuerung eingetreten ist. Die Angabe Andrjewskis (1), daß die pH-Bestimmung die bakteriologische Untersuchung ersetzen kann, bezeichnet er jedoch als Überschätzung einer neuen Methode.

Von Grüttner (5) wird ebenfalls das Fleisch kranker und gesunder Tiere untersucht. Er stellt fest, daß eine mehr oder weniger starke Hemmung der Fleischsäuerung in den Fällen von Agonie, Krankheiten der Geburtswege und bei vorgeschrittener Tuberkulose

eintritt. Er findet aber auch verhältnismäßig hohe pH-Zahlen in den Fällen, in denen keine Erkrankung vorliegt. Auch normalerweise, so schließt Grüttner (5) daraus, geht die Fleischreifung nicht in schematisch gleicher Zeitverteilung vor sich.

Messner (14) gibt als Grenzwert für die Genußtauglichkeit des Fleisches die pH-Zahl 6,2 an. Von pH 6,2 aufwärts kann auf beginnende Fäulnis geschlossen werden. Für die Beurteilung des Fleisches gesunder bezw. nicht erheblich kranker Tiere in Bezug auf den Nachweis einer beginnenden Fäulnis bezeichnet er die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration als ein brauchbares Hilfsmittel. Er stellt weiterhin fest, daß die Filtrationsgeschwindigkeit des sich zersetzenden Fleisches in umgekehrtem Verhältnis zum Grade der Zersetzung steht. Je stärker die Zersetzung des Fleisches, umso langsamer die Filtration des Extraktes.

Nach den Untersuchungen von Horowitz-Wlassowa (9) dagegen erweist sich die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration als wertlos, um mit ihrer Hilfe fortgeschrittene Zersetzungsvorgänge zu bestimmen, da die pH-Schwankungen meistens unbeträchtlich sind und dabei keine Regelmäßigkeiten aufweisen.

Schönberg (19) faßt die nach der Literatur vorliegenden Ergebnisse wie folgt zusammen: „Fleisch der schlachtbaren Haustiere reagiert in der Regel gleich nach der Schlachtung schwach alkalisch oder neutral, etwa 2 Stunden nach der Schlachtung schwach sauer und erreicht in einer Zeit von 20—22 Stunden den höchsten Säuregrad von pH 6,0, vereinzelt von pH 5,8. Bei günstiger, pfleglicher, kühler Aufbewahrung bleibt dieser pH-Wert 6,0 längere Zeit bestehen, um dann allmählich nach dem Neutralpunkt hin zu steigen."

Schönberg (19) sieht in der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration eine sehr wertvolle Hilfsprobe bei der Untersuchung notgeschlachteter Tiere.

b) Die Wasserstoffionenkonzentration des Schweinefleisches.

Nach dem Bericht Lenfelds (12) stellten Vacha und Gut zuerst Untersuchungen über die Änderung der Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch gesunder Schweine an. Vacha und Gut erhalten vollständig verschiedene Versuchsergebnisse, da sie verschiedene Aufbewahrungstemperaturen anwenden.

Vacha untersucht die Wasserstoffionenkonzentration des Fleisches gesunder, vor der Schlachtung ausgeruhter Schweine, bei Aufbewahrung des Fleisches im Kühlhaus. Die Messungen werden nach der Methode Michaelis-Walpole durchgeführt. Sofort nach der Schlachtung gibt Vacha einen pH-Wert von 6,8 an. Nach 24 Stunden ist der Wert auf pH 5,8 gesunken. Vom 2. Tage bis zum 22. Tage, bei einem Schweine sogar bis zum 26. Tage, bleibt der pH-

Wert von 5,8 konstant. Erst dann folgt ein allmählicher Anstieg der Werte, die dann am 38. Tage den pH-Wert 7,0 erreichen. Nach diesem Versuchsergebnis geht eine 21 Tage dauernde, ununterbrochene Säuerung im normalen Schweinefleisch vor sich.

Gut bestimmt die Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch eines gesunden Schweines bei einer Aufbewahrungstemperatur von 15° C. Die Bestimmung der pH erfolgt ebenfalls kolorimetrisch.

Er gibt folgende Werte an:

Zeit	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag
pH	6,1	6,0	6,1	6,4	6,6	6,8	7,0

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß schon am dritten Tage ein Anstieg des pH-Wertes erfolgt, der kontinuierlich bis zum siebten Tage bis pH 7,0 anhält, im Gegensatz zu den Messungen von Vacha, bei dessen Versuchen die Säuerung nicht einen, sondern 21 Tage dauert.

Van Oyen (16) gibt an, daß nach den Versuchen von Schoon, Ooms und Fooy die Wasserstoffionenkonzentration des Schweinefleisches von der des Rindfleisches abweicht. Schoon und Ooms haben in einzelnen Muskeln bei normalen Schweinen höhere pH-Werte gefunden (M. subscapularis, M. adductor). Fooy gibt für Schweinefleisch folgende Werte an: „Gleich nach der Schlachtung pH 6,4, 24 Stunden nach der Schlachtung pH 5,9, Fleisch verdorben pH 6,5 und höher. Er folgert aus seinen Versuchen, daß Schweinefleisch von pH 6,5 im Anfang des Verderbens sich befindet. Ein pH-Wert von 6,4, 24 Stunden nach der Schlachtung, läßt bei Schweinefleisch eine geringere Haltbarkeit annehmen. Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, die von Fooy (3) als einzige Methode zur Feststellung der postmortalen Veränderungen des Fleisches bezeichnet wird, ist kolorimetrisch durchgeführt worden.

Schoon (18) unterscheidet sogar 3 Beurteilungsgruppen für Tiere, die vor der Schlachtung krank waren und bezeichnet Fleisch mit einer pH unter 6,2 als tauglich, mit pH 6,8 und darüber als untauglich und mit pH 6,2 bis 6,8 als nicht voll tauglich (minderwertig).

Eingehendere Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration im Schweinefleisch werden von Postma (17) angestellt. Er untersucht neben kranken auch gesunde Schweine. Die pH wird immer wenigstens 24 Stunden nach der Schlachtung mit der kolorimetrischen Methode nach Michaelis-Walpole bestimmt. Bei mangelhaft ausgebluteten Tieren findet er die pH fast immer und oft beträchtlich erhöht. Dasselbe findet er aber auch bei 20 gesunden Tieren, „bei denen 16mal in den Mm. anconaei und elfmal im m. semitendinosus die pH 6,2 oder mehr betrug.“

Unter 7 normalen Schlachtungen, die eine mangelhafte Ausblutung nur in einzelnen oder in allen Eingeweiden zeigen, ein übrigens häufiger und unbedenklicher Schlachtbefund, sind die Unterschiede in den pH-Werten 24 Stunden nach der Schlachtung ziemlich groß. Für diese 7 Fälle gibt Postma (17) folgende Werte an:

Mm. anconaei!	5,9	6,2	6,4	6,4	6,4	6,6	6,9
Mm. adductores!	5,6	6,0	5,7	5,9	6,4	6,4	6,9

Postma (17) berichtet hierzu, daß die verschiedenen Werte deutlich die Inkonstanz der Wasserstoffionenkonzentration des Schweinefleisches zeigen. Obgleich ein erhöhter Blutgehalt an sich im Stande sei, die pH des Muskelsaftes zu steigern, könne in diesen 7 Fällen die Steigerung auch durch andere Ursachen entstanden sein (Transport?). Einmal wird sogar der pH-Wert 7,6 bei einer normalen Schlachtung gemessen, die nur eine mangelhafte Ausblutung zeigte, und bei der das Tier schon am Tage zuvor eingeführt worden war. Postma (17) findet also bei an sich normalen Schlachtungen nicht ohne weiteres erklärliche, unverhältnismäßig hohe pH-Werte. Bei mangelhafter Ausblutung ist die Wasserstoffionenkonzentration meist stark erhöht „und dies schon bei augenscheinlich geringem Blutgehalte." Durch diese Versuche wird festgestellt, daß normalerweise Schwankungen und Unterschiede in der pH einzelner Muskeln des Schweines bestehen, und daß im Schweinefleisch in vielen Fällen die normale pH-Zahl über 6,2 liegt. Trotzdem bezeichnet Postma (17) die pH-Bestimmung als brauchbares Hilfsmittel für die Beurteilung von Fleisch.

Von Herzner und Mann (7) sind Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration von Schweinefleisch bei einer Aufbewahrungstemperatur von 13—15° C angestellt worden. Die Messung wird mit Hilfe des Gaskettenapparates nach Lüers unter Verwendung einer Chinhydron-Elektrode an Stelle der Wasserstoffelektrode durchgeführt.

Folgende Werte werden gemessen:

Zeit	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag
pH	6,67	5,68	5,72	5,87	6,06	6,03	6,03	6,09

Vergleicht man diese Werte mit denen von Gut, der sie unter gleichen Voraussetzungen, nämlich bei einer Aufbewahrungstemperatur von 15° C gewinnt, so ist auffallend, wie verschiedenartig die Ergebnisse ausgefallen sind.

Herzner und Mann (7) folgern aus ihren Versuchen, daß bei Pferdefleisch, Rindfleisch und Schweinefleisch Wasserstoffionen-

konzentrationen von 6—6,2 nicht mehr einwandfreies, solche von über 6,2 verdorbenes Fleisch anzeigen.

Walkiewicz (21) berichtet wie Postma (17) über Abweichungen der Wasserstoffionenkonzentration beim Schwein im Vergleich zu den übrigen Haustieren. Es bestehen nicht nur Unterschiede in verschiedenen Muskelgruppen, sondern bei einigen Untersuchungen ist der pH-Wert im Schweinefleisch, trotz der durch Sinnesprüfung wahrgenommenen Fäulnis unter 6,0 gesunken. Werden pH-Werte über 6,2 24 Stunden nach der Schlachtung gemessen, so führt Walkiewicz (21) diese hohen pH-Werte darauf zurück, daß „wahrscheinlich" die Tiere unausgeruht geschlachtet wurden. Er sieht jedenfalls die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration als maßgebendste Methode zum Nachweis der Fleischfäulnis an.

Schönberg (19) bezeichnet die pH-Bestimmung als eine wertvolle Hilfsprobe, die uns Aufschluß darüber gibt, ob die genügende Säuerung des Fleisches eine ausreichende Haltbarkeit verspricht. Bei einem pH-Wert von 6,2 soll das Fleisch alsbald verbraucht werden.

Der Wert der pH-Bestimmung für die Beurteilung des Fleisches ist noch umstritten. Die meisten Autoren stimmen in der Ansicht überein, daß für das frühzeitige Erkennen der beginnenden Fleischfäulnis die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration eine brauchbare Methode darstellt (Andrjewski, Lenfeld, van Oyen, Postma, Meßner, Walkiewicz, Schönberg). Fooy (3) behauptet, daß sie die einzige Methode sei zum Nachweis beginnender, organoleptisch noch nicht merkbarer Fleischfäulnis, und Walkiewicz (21) bezeichnet sie als maßgebendste Methode, während andererseits Horowitz-Wlassowa (9) ihr gar keine Bedeutung zukommen lassen.

Die meisten Untersucher bedienen sich der kolorimetrischen Methode nach Michaelis-Walpole mit Ausnahme von Herzner und Mann (7), die mit der Chinhydronelektrode und dem Gaskettenapparat nach Lüers die pH bestimmen und mit Ausnahme von Meßner (14) der die Tüpfelmethode nach Tödt empfiehlt.

IV. Eigene Untersuchungen.

a) Material, Apparatur und Methodik.

Für die Untersuchungen werden nur Tiere aus normalen Schlachtungen in gutem Ernährungszustand herangezogen. Es werden nur Muskeln ausgewählt, die am ausgeschlachteten, gespaltenen Schwein leicht zugänglich sind und infolgedessen für die Praxis der pH-Untersuchung am ersten in Frage kommen, wie M. rectus, M. adductor, M. tibialis anterior, M. longus colli, Herzmuskulatur und Zwerchfellmuskulatur.

Da nach den Untersuchungen von Keller (10) der Gehalt an Bindegewebe auf die pH der Muskulatur von großem Einfluß ist, wird Bindegewebe (Brustfell) und außerdem Blut und Fett einer besonderen Berücksichtigung unterzogen.

Das Untersuchungsmaterial wird aufbewahrt in der Vorkühlhalle des hiesigen Schlachthofes bei einer Durchschnittstemperatur von 0° C (— 1° bis + 2°). Von den einzelnen Stücken im Gewicht von ca. 200 gr werden jeweils 5 gr Material aus der Mitte des Muskelstückes herausgeschnitten und untersucht. Die der Luft ausgesetzten Teile werden niemals verwendet. Auf einem glattgehobelten Hartholz wird das Material mit einem Messer fein zerhackt, in ein 50 ccm fassendes Erlenmeyerkölbchen gefüllt und mit 50 ccm dest. Wasser überschichtet. Das Kölbchen wird 20 Sekunden geschüttelt, und der Inhalt durch Hartpapierfilter in ein zweites Erlenmeyerkölbchen filtriert. Das Filtrat wird in einer Menge von 4—8 ccm in das Meßgefäß des Jonometers nach Lautenschläger eingefüllt und die Messung sofort vorgenommen.

Das für die Untersuchung benutzte Jonometer nach Lautenschläger ist ein Kompensations-Potentiometer für Messungen mit hoher Genauigkeit. Es dient in erster Linie für die Bestimmung des pH-Wertes mit Hilfe der Chinhydron-Wasserstoff- oder der Antimonelektrode. Für unsere Versuche wird nur die Chinhydronelektrode benutzt. Die Messung ist bis auf 0,02 Einheiten genau. Das Jonometer ist in seiner Konstruktion auf einfache und zeitsparende Bedienungsmöglichkeit eingestellt. Das Gerät ist direkt in pH-Einheiten geeicht. Der gemessene pH-Wert kann sofort abgelesen werden. Die Genauigkeit ist gewährleistet durch ein hochempfindliches Nullgalvanometer und ein Präzisions-Potentiometer von hohem Widerstand. Das Nullgalvanometer ist mit einer automatischen Arretierung versehen, welche es vor Beschädigung schützt. Es ist ferner mit Lupe und Innenbeleuchtung ausgestattet, ebenso wie auch die pH-Ableseskala des Potentiometers. Die mannigfachen Vorteile des Jonometers ermöglichen eine schnelle Durchführung der Messung, die in höch-

stens 2 Minuten beendet ist. Auf der isolierten Frontplatte ist ein großer Rändelknopf mit Feineinstellung für das Präzisionspotentiometer angebracht. Die zum Potentiometer gehörige pH-Ableseskala bewegt sich unter einem Ausschnitt der Platte, der mit Ablesezeiger, aufgekitteter Lupe und Beleuchtung versehen ist, fort. Sie besitzt eine schwarze pH-Skala von 1—13 pH (sowie eine rote und grüne Milivoltskala). Die pH-Skala ist in 0,02 Einheiten unterteilt. Zwischenwerte können geschätzt werden. Neben dem Fenster für die pH-Ablesung befindet sich ein zweiter Ausschnitt für den Zeiger und die Skala des Galvanometers. Dieser ist ebenfalls mit Lupe und Beleuchtung ausgestattet. Der ferner vorhandene Knopf des Umschalters ermöglicht folgende Stellungen einzuschalten: 1. „Aus", 2. „Kompensation", 3. „Messung". Ferner sind verschiedene Klemmen vorhanden für Meß- und Beleuchtungsbatterie und die Chinhydronelektrodenkette. Die Frontplatte trägt schließlich ein Metallschild mit kurzer Gebrauchsanweisung und Temperaturkorrekturentabelle.

Der im Meßgefäß befindlichen zu messenden Lösung gibt man mit einem Hornlöffel soviel Chinhydron hinzu, daß noch eine deutlich sichtbare Menge ungelöstes Chinhydron übrig bleibt. (Hierbei ist zu bemerken, daß zuviel Chinhydron nicht schaden kann, wohl aber zu wenig). Man mischt nun mit dem Hornlöffel während einiger Sekunden die Meßlösung mit dem Chinhydron, dann steckt man die im Gummistopfen vereinigten Teile (Bezugselektrode, Meßelektrode, Thermometer) auf das Meßgefäß. Dabei ist zu beachten, daß das Ende des porösen Tonstiftes fast den Boden des Meßgefäßes berührt und das Ende der Meßelektrode ca. 1 cm höher liegt. Der Umschalteknopf wird nun von „Aus" auf „Kompensation" eingeschaltet. Der Rändelknopf „Kompensation" wird solange gedreht, bis durch einen kurzen Druck auf den Meßtaster kein Ausschlag des Nullgalvanometers mehr erfolgt. Dann wird der Umschalteknopf auf „Messung" geschaltet und der Rändelknopf „Messung" solange gedreht, bis durch wiederholtes Drücken auf den Meßtaster das Nullgalvanometer keinen Ausschlag mehr zeigt.

Nun kann auf der Skala des Präzisions-Potentiometers direkt die gemessene pH-Zahl abgelesen werden, allerdings unter Berücksichtigung der Temperaturkorrekturentabelle. Es empfiehlt sich die jeweils erste Messung einer Meßreihe sofort zu wiederholen, da durch anhaftende KCl-Flüssigkeit aus dem Standgefäß, trotz vorheriger Abspülung mit Wasser, Fehlresultate erzielt werden können. Es ist ferner ratsam, das Chinhydron erst vor der Messung eine halbe Minute auf die Meßflüssigkeit einwirken zu lassen, da sich innerhalb der ersten halben Minute infolge ungenügender Dissoziation ebenfalls Fehlresultate ergeben können.

Von Zeit zu Zeit (zirka alle 8 Tage) wurde ein Kontrollversuch mit der von der Firma Lautenschläger beigegebenen Standartlösung mit bekannter Wasserstoffionenkonzentration durchgeführt. Der Kon-

trollversuch bewies immer wieder die Meßgenauigkeit und Zuverlässigkeit des Jonometers.

Zur Kontrolle, wann das zu untersuchende Fleisch verdorben war, wurde die Ebersche Probe bei den meisten Versuchen angestellt. Das Ebersche Reagens, 3 Teile Alkohol, 1 Teil Äther und 1 Teil Salzsäure vom spz. Gewicht 1,125 wurde für jeden Versuch frisch hergestellt.

1. Die Wasserstoffionenkonzentration des Fettes, des Blutes und des Bindegewebes.

Da der Gehalt der Muskulatur an Fett, der bei Schweinen stets vorhanden ist, sowie an Blut und Bindegewebe die pH-Werte beeinflussen kann, werden in den ersten Versuchen die pH-Werte für diese Gewebsbestandteile und ihre Veränderung im Laufe der Aufbewahrungszeit ermittelt.

Versuch 1.

pH des Fettes.

Material: Von einem gutgenährten, tauglichen Schweine wird das Flomenfett 14 Tage lang täglich untersucht. Das Fett wird im Vorkühlraum bei einer Temperatur von durchschnittlich 0° C aufbewahrt.

Folgende Werte werden gemessen:

Tabelle 1.

8	Stunden	nach	der Schlachtung	pH = 6,64
1	Tag	„	„ „	pH = 6,93
2	Tage	„	„ „	pH = 6,76
3	„	„	„ „	pH = 6,70
4	„	„	„ „	pH = 6,93
5	„	„	„ „	pH = 6,74
6	„	„	„ „	pH = 6,57
7	„	„	„ „	pH = 7,05
8	„	„	„ „	pH = 7,00
9	„	„	„ „	pH = 6,84
10	„	„	„ „	pH = 7,39
11	„	„	„ „	pH = 7,06
12	„	„	„ „	pH = 6,88
13	„	„	„ „	pH = 7,14
14	„	„	„ „	pH = 7,44

Versuchsergebnis: Die pH-Werte für Fett liegen durchschnittlich ziemlich hoch. Der Verlauf der Kurve ist ohne Gesetzmäßigkeit. Es ist ein dauernder Wechsel zwischen An- und Abstieg der pH-Werte festzustellen. Nach 2 Tagen wird eine Säuerung erreicht mit pH 6,70 ,jedoch nach 6 Tagen eine tiefere Säuerung mit pH 6,57. Die gemessenen pH-Werte werden vom 8. Tage ab immer

höher, mit Ausnahme des 9. und 12. Tages, an denen sie auf pH 6,84 bezw. ph 6,88 noch einmal herabsinken. Am 14. Tage wird dann sogar der Wert 7,44 erreicht. Die Filtration der Extrakte geht schnell vor sich. Am 8. Tage ist die Ebersche Probe positiv. Das Fett riecht nach 8 Tagen noch nicht verdorben.

Die hohen pH-Werte für Fett lassen den Schluß zu, daß starker Fettgehalt eines Muskels dessen pH-Werte nach dem Neutralpunkt zu beeinflußt und daß Schweinefleisch mit physiologischem Fettgehalt höhere pH-Werte aufweist, als z. B. Rindfleisch.

In zwei weiteren Versuchen mit Flomenfett werden nach 1, 2 usw. Tagen folgende Werte gemessen:

1) 7,79, 7,35, 7,34, 7,16, 6,59, 6,53, 6,83, 6,50
2) 6,94, 6,99, 7,07, 6,97, 7,14, 6,71, 6,83, 6,64, 6,87.

Auch hier liegen die Werte sehr hoch und übersteigen sogar den Neutralpunkt.

Versuch 2.

pH des Blutes.

Material: Geronnenes Blut ohne Serum eines tauglichen, gut genährten Schweines.

Tabelle 2.

Zeit	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag
pH	7,10	7,17	7,01	7,18	7,15	6,93	7,07	7,04	6,87

Versuchsergebnis: Die pH-Werte für Blut sind ebenfalls durchschnittlich sehr hoch und liegen fast alle über 7. Nur nach 6 und nach 9 Tagen tritt ein Abfall der Werte auf 6,93 bezw. 6,87 ein. Trotz der Unregelmäßigkeit der Werte, aus denen sich keine Gesetzmäßigkeit erkennen läßt, ist aus den hohen pH-Werten zu ersehen, daß die Muskeln eines schlecht ausgebluteten Tieren höhere pH-Werte erreichen werden, als diejenigen eines gut ausgebluteten Tieres. Je länger das Blut aufbewahrt wird, umso langsamer geht die Filtration der Extrakte vonstatten.

In einem weiteren Versuch wurden ähnliche pH-Werte ermittelt. (5 Stunden nach der Schlachtung: 7,48 und weiter mit je 24 Stunden Abstand: 7,01, 7,01, 7,36, 6,44, 6,61).

Versuch 3.

pH des Bindegewebes.

Material: Brustfell eines gut genährten, tauglichen Schweines. Der Extrakt wird aus 3 gr Brustfell und 30 ccm dest. Wasser hergestellt.

Es werden folgende Werte gemessen:

Tabelle 3.

Zeit	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
pH	7,00	6,78	6,87	6,64	6,66
Zeit	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag
pH	6,56	6,68	6,78	6,91	6,79

Versuchsergebnis: Der Ausgangs-pH-Wert beträgt für Brustfell 1 Tag nach der Schlachtung 7,00. Die Werte sinken bis zum 6. Tage an dem sie den tiefsten Punkt der Säuerung mit pH 6,56 erreicht haben. Von da gehen die Werte dann aufwärts bis zum 9. Tage nach der Schlachtung mit pH 6,91, um am 10. Tage noch einmal auf pH 6,79 zu fallen. Nach 6 Tagen reagiert das Brustfell auf die Ebersche Probe positiv, ohne daß die Sinnesprüfung ein Verdorbensein ergibt. Bis auf den 6. Tag nach der Schlachtung, der mit 6,56 den tiefsten pH-Wert dieses Versuches aufweist, liegen sämtliche pH-Werte über 6,6.

Für bindegewebsreiche Muskulatur muß diese Feststellung von Bedeutung sein, eine Tatsache, auf die bereits Keller (10) erstmalig hingewiesen hat.

Noch drei weitere Versuche wurden mit Bindegewebe angestellt, die nur kurz erwähnt werden sollen, da sie ähnliche Werte wie in Versuch 3 ergeben und somit die gleichen Schlußfolgerungen zulassen. Die folgenden Zahlen geben die pH-Werte 1, 2, 3 usw. Tage nach der Schlachtung an:

1. Brustfell: 6,89, 6,72, 6,93, 6,95, 6,93, 6,77, 6,68.
2. Sehniger Teil des Zwerchfelles: 6,64, 6,44, 6,53, 6,64, 6,65, 6,47.
3. Sehne des Flexor digitalis long.: 6,77, 6,61, 6,53, 6,62, 6,43.

Nach den seither angeführten Versuchen ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß in fett-, blut- und bindegewebshaltiger Muskulatur höhere pH-Werte gemessen werden, als in Muskulatur, die diese Bestandteile nicht, oder nur in unbedeutender Menge aufweist.

Um den Einfluß von Fett-, Blut- und Bindegewebe auf die Wasserstoffionenkonzentration der Muskulatur genauer festzustellen, wird in den Versuchen 4, 5 und 6 Muskelgewebe mit steigenden Mengen Fett, Blut und Bindegewebe gemischt.

Versuch 4.

Material: Flomenfett und M. rectus eines gut genährten, tauglich befundenen, weiblichen Schweines.

Aus der Tabelle 4 sind das Mischungsverhältnis und die pH-Werte zu ersehen.

Tabelle 4.

Zeit nach der Schlachtung	Menge der Muskulatur	Menge des Fettes	pH-Wert
3 Stunden	5,0 gr	0 gr	6,19
3 „	4,0 „	1,0 „	6,21
3 „	3,0 „	2,0 „	6,26
3 „	2,0 „	3,0 „	6,34
3 „	1,0 „	4,0 „	6,57
3 „	0 „	5,0 „	7,01

Versuchsergebnis: Aus Versuch 4 ist deutlich zu ersehen, daß vermehrter Fettgehalt die Wasserstoffionenkonzentration der Muskulatur erhöht.

Versuch 5.

Material: M. rectus und geronnenes Blut eines gut genährten Schweines.

Tabelle 5.

Zeit nach der Schlachtung	Menge der Muskulatur	Menge des Blutes	pH-Wert
3 Stunden	5,0 gr	0 gr	6,19
3 „	4,0 „	1,0 „	6,53
3 „	3,0 „	2,0 „	6,66
3 „	2,0 „	3,0 „	6,77
3 „	1,0 „	4,0 „	6,80
3 „	0 „	5,0 „	6,84

Versuchsergebnis: In Versuch 5 steigen die pH-Werte bei zunehmendem Blutgehalt ebenfalls an. Die verhältnismäßig größte Zunahme besteht bei einem Mischungsverhältnis von 4 gr Muskulatur und 1 gr Blut. Ein geringer Blutgehalt bedingt also schon ein Ansteigen der pH um 0,34. Somit werden blutreiche Muskeln und Muskulatur schlecht ausgebluteter Schweine höhere pH-Werte ergeben, als Muskulatur gut ausgebluteter Schweine.

Versuch 6.

Material: M. rectus und Bindegewebe eines gesunden Schweines.

Versuchsergebnis: Gehalt an Bindegewebe erhöht die pH-Werte. Die verhältnismäßig größte Zunahme besteht bei dem Mischungsverhältnis 4 gr Muskulatur und 1 gr Bindegewebe, Geringerer Bindegewebsgehalt einer Muskelprobe bedingt demnach schon einen höheren pH-Wert. Je mehr Bindegewebe in einem Mus-

Tabelle 6

Zeit nach der Schlachtung	Menge der Muskulatur	Menge des Bindegewebes	pH-Wert
3 Stunden	5,0 gr	0 gr	6,19
3 „	4,0 „	1,0 „	6,33
3 „	3,0 „	2,0 „	6,36
3 „	2,0 „	3,0 „	6,41
3 „	1,0 „	4,0 „	6,43
3 „	0 „	5,0 „	6,54

kel vorhanden ist, umso höher ist seine Wasserstoffionenkonzentration.

Aus den Versuchen 4—6 ist zu ersehen, daß die pH-Werte eines Muskels durch Gehalt an Fett, Blut und Bindegewebe nach der alkalischen Seite zu beeinflußt werden, und zwar umso stärker, je größer der Gehalt an diesen Gewebsbestandteilen ist.

2. Die Wasserstoffionenkonzentration der Muskulatur innerhalb 32 Stunden nach der Schlachtung.

Nach diesen aufschlußreichen Versuchen über den Verlauf der pH-Werte des Fettes, des Blutes und des Bindegewebes und ihren Einfluß auf die pH der Muskulatur wurde nun Schweinemuskulatur, die möglichst frei von Fett, Blut und Bindegewebe war, auf die Änderung ihrer pH-Werte innerhalb 32 Stunden untersucht, um die unmittelbar nach der Schlachtung auftretende pH-Änderung genau zu ermitteln.

Versuch 7

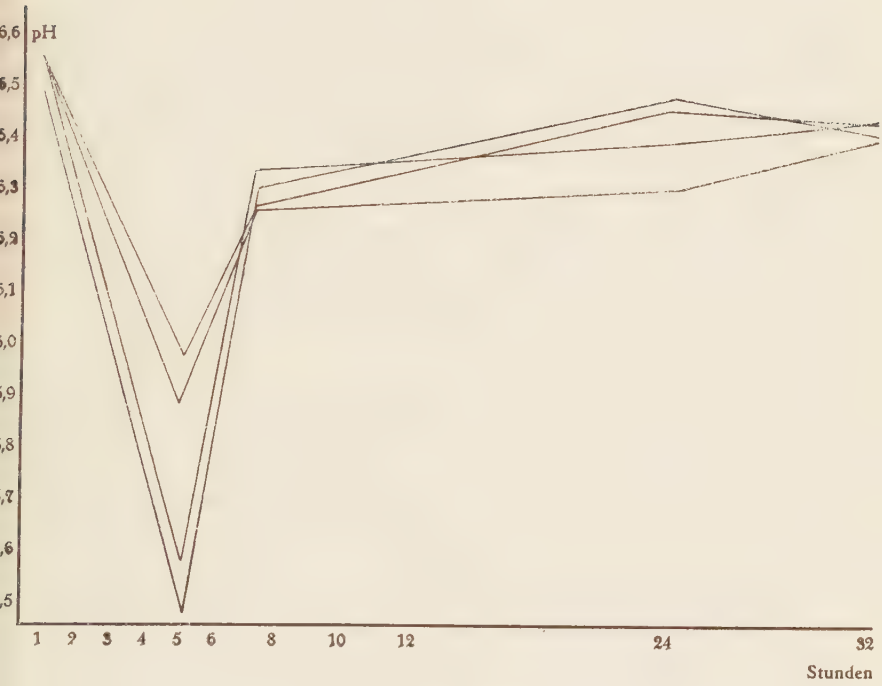
Material: M. rectus von 4 ausgeruhten Schweinen.

Tabelle 7.

Zeit nach der Messung	I. pH-Wert	II. pH-Wert	III. pH-Wert	IV. pH-Wert
sofort nach der Schlachtung	6,50	6,58	6,58	6,58
5 Stunden „ „ „	**5.59**	**5,66**	**5,96**	**6,05**
8 „ „ „ „	6,36	6,39	6,32	6,33
24 „ „ „ „	6,53	6,45	6,36	6,51
32 „ „ „ „	6,47	6,49	6,46	6,48

Hierzu Kurve 1.

Kurve 1.



——— .M rectus

Versuchsergebnis: Die Tabelle zeigt deutlich, daß der M. rectus gut ausgeruhter Schweine innerhalb 5 Stunden nach der Schlachtung eine tiefe Säuerung durchmacht. Unterschiede in der Intensität der Säuerung bestehen. Bereits 8 Stunden nach der Schlachtung ist diese Säuerung wieder abgeklungen. Die pH-Werte liegen in dieser Zeit um ein geringes unter den Ausgangswerten und zeigen bis 24 Stunden nach der Schlachtung wenig Veränderung. Wäre also 5 Stunden nach der Schlachtung keine pH-Messung vorgenommen worden, hätte die Säuerungsfähigkeit des untersuchten Fleisches nicht festgestellt werden können. Die nach 24 Stunden gemessenen pH-Werte liegen mit einer Ausnahme über 6,4. Da es sich um normale Schlachtungen gesunder Tiere und um günstige Aufbewahrungsbedingungen handelt, kann unmöglich ein nach 24 Stunden gemessener pH-Wert von 6,4 als Grenzwert für beginnende Verderbnis angesehen werden.

Um zu prüfen, ob die gleichen Verhältnisse bei Herzmuskulatur und muskulösem Teil des Zwerchfells vorliegen, werden zu den folgenden Versuchen entsprechende Proben benutzt.

Versuch 8.

Material: Herz- und Zwerchfellmuskulatur eines gut ausgeruhten, tauglichen Schweines.

Die pH-Werte sind aus der Tabelle 8 zu ersehen.

Tabelle 8.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert Herz	pH-Wert Zwerchfell
sofort nach der Schlachtung	6,48	6,43
4 Stunden " " "	6,39	6,41
8 " " " "	6,51	6,45
24 " " " "	6,50	6,36
32 " " " "	6,56	6,43

Versuchsergebnis: In Versuch 8 ist für Herz nach einem anfänglichen pH-Wert von 6,48 4 Stunden nach der Schlachtung der Wert auf pH 6,39 gefallen. 8 Stunden nach der Schlachtung ist die pH wieder gestiegen auf 6,51, 24 Stunden danach etwas gefallen und steigt 32 Stunden nach der Schlachtung auf 6,56. Es ist also nach

4 Stunden im Herzmuskel bereits die tiefste Säuerung eingetreten. Die Änderung der pH-Werte für Zwerchfell ist der für Herz ähnlich, jedoch mit noch geringeren Schwankungen. 4 Stunden nach der Schlachtung ist eine Säuerung vorhanden, die nach 24 Stunden mit pH 6,36 nochmals in Erscheinung tritt. 32 Stunden nach der Schlachtung ist dann der Ausgangswert von pH 6,43 wieder erreicht.

Nach der Anschauung verschiedener Autoren ist Schweinefleisch mit einer pH von 6,4 und höher als verdorben anzusehen. Für Herz und Zwerchfell kann dieser Grenzwert nach dem vorhergehenden Versuch keine Gültigkeit haben.

Versuch 9.

Material: Von einem Schwein in gutem Ernährungszustand, das 4 Stunden nach der Anlieferung geschlachtet wurde, wurden 1 Stück Herz und 1 Stück Zwerchfellmuskulatur während 32 Stunden untersucht und die aus Tabelle 9 ersichtlichen pH-Werte gemessen.

Tabelle 9.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert Herz	pH-Wert Zwerchfell
sofort nach der Schlachtung	6,42	6,47
4 Stunden „ „ „	6,37	6,34
8 „ „ „ „	6,46	6,44
24 „ „ „ „	6,35	6,31
32 „ „ „ „	6,47	6,42

Versuchsergebnis: Auch in Versuch 9 gehen die Anfangswerte für Herz und Zwerchfell 4 Stunden nach der Schlachtung von 6,42 bezw. 6,47 auf 6,37 bezw. 6,34 herunter. 8 Stunden danach steigen sie wieder an und fallen 24 Stunden danach auf 6,35 bezw. 6,31, also tiefer noch, als die Werte, die 4 Stunden nach der Schlachtung erreicht sind. Nach 32 Stunden sind sie wieder im Steigen begriffen.

Es tritt hier innerhalb 24 Stunden eine zweimalige, kurzdauernde Säuerung von Herzmuskulatur und Zwerchfellmuskulatur ein. Die pH-Werte sinken nicht unter 6,3 und liegen nach 32 Stunden über 6,4.

Versuch 10.

Material: Herz und Zwerchfell eines gut ausgeruhten Schweines.

Tabelle 10.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert Herz	pH-Wert Zwerchfell
sofort nach der Schlachtung	6,52	6,50
4 Stunden „ „ „	6,42	6,37
8 „ „ „ „	6,48	6,46
24 „ „ „ „	6,31	6,28
32 „ „ „ „	6,50	6,42

Versuchsergebnis: Der Ausgangswert für Herz sofort nach der Schlachtung ist 6,52, für Zwerchfell 6,50. Nach 4 Stunden sind die pH-Werte auf 6,42 und 6,37 gesunken. Nachdem 8 Stunden nach der Schlachtung beide pH-Werte gestiegen sind, tritt ein zweiter, tieferer Abfall nach 24 Stunden ein. Für Herz wird der Wert 6,31 und für Zwerchfell 6,28 gemessen. 32 Stunden nach der Schlachtung nimmt die pH zu, erreicht aber mit pH 6,50 für Herz und mit pH 6,42 für Zwerchfell nicht die Ausgangswerte. Es ist also auch hier eine zweimalige Säuerung beider Muskeln eingetreten, die nach 1 Tag stärker hervortritt, als nach 4 Stunden.

Versuch 11.

Material: Herz und Zwerchfell eines gut ausgeruhten, normalen Schweines.

Die festgestellten pH-Werte sind aus Tabelle 11 zu ersehen.

Tabelle 11.

Zeit der Messung nach der Schlachtunng	pH-Wert Herz	pH-Wert Zwerchfell
sofort nach der Schlachtung	6,50	6,51
4 Stunden „ „ „	6,40	6,41
24 „ „ „ „	6,53	6,48
32 „ „ „ „	6,48	6,44

Versuchsergebnis: Sofort nach der Schlachtung wird für Herz pH 6,50, für Zwerchfell 6,51 gemessen. Nach 4 Stunden sind die pH-Werte auf 6,40 und 6,41 gesunken. 8 Stunden nach der Schlachtung ist wieder ein Anstieg der pH-Werte zu beobachten. 24 Stunden danach tritt wieder ein Abfall ein, bei Herz auf 6,35, bei Zwerchfell auf 6,28. 32 Stunden nach der Schlachtung sind die Werte wiederum auf 6,48 und 6,44 angestiegen.

In Versuch 11 ist ebenfalls eine zweimalige Säuerung innerhalb 32 Stunden bei Herz und Zwerchfell zu beobachten. Die zweite Säuerung ist die tiefere.

Aus den Versuchen innerhalb 32 Stunden nach der Schlachtung ist zu ersehen, daß der M. rectus 5 Stdn. nach der Schlachtung stark säuert, die pH-Werte fallen steil ab um nach 8 Stunden, also innerhalb 3 Stunden, beinahe wieder den Ausgangspunkt zu erreichen. 24 Stunden nach der Schlachtung liegen die Werte ausnahmslos über 6,4. Eine Säuerung ist also 24 Stunden nach der Schlachtung (wenigstens für M. rectus) bei einer Aufbewahrungstemperatur von 0° C normaliter nicht zu erwarten. Es wäre falsch, der seitherigen Erkenntnis folgend, aus den hohen pH-Werten 24 Stunden nach der Schlachtung ein ungünstiges Urteil über die Haltbarkeit des Fleisches zu fällen.

Die Säuerung des Herzmuskels und des muskulösen Teils des Zwerchfells innerhalb 24 Stunden ist unbedeutend. Bemerkenswert ist die Labilität der Säuerung, die nach 4 Stunden schwach vorhanden, nach 8 Stunden nahezu aufgehoben oder beseitigt und nach 24 Stunden wiederum schwach vorhanden ist. Die pH-Werte nach 24 Stunden liegen um 6,3.

3. Die Änderung des pH-Wertes verschiedener Muskeln des Schweines und ihre Bewertung für die Genußtauglichkeit des Fleisches.

Während in den vorhergehenden Versuchen die Änderung der Wasserstoffionenkonzentration innerhalb 1½ Tagen nach der Schlachtung untersucht wird, sollen in den folgenden Versuchen die pH-Werte bei längerer Aufbewahrung des Fleisches im Kühlhaus ermittelt werden. Herzmuskel, M. adductor, M. rectus, M. tibialis anterior, M. longus colli und Zwerchfell wurden für die Untersuchung benutzt.

Versuch 12.

Material: Von einem gut genährten Schweine werden M. adductor, Herz, M. rectus und Zwerchfell untersucht. Die pH-Werte sind aus Tabelle 12 ersichtlich:

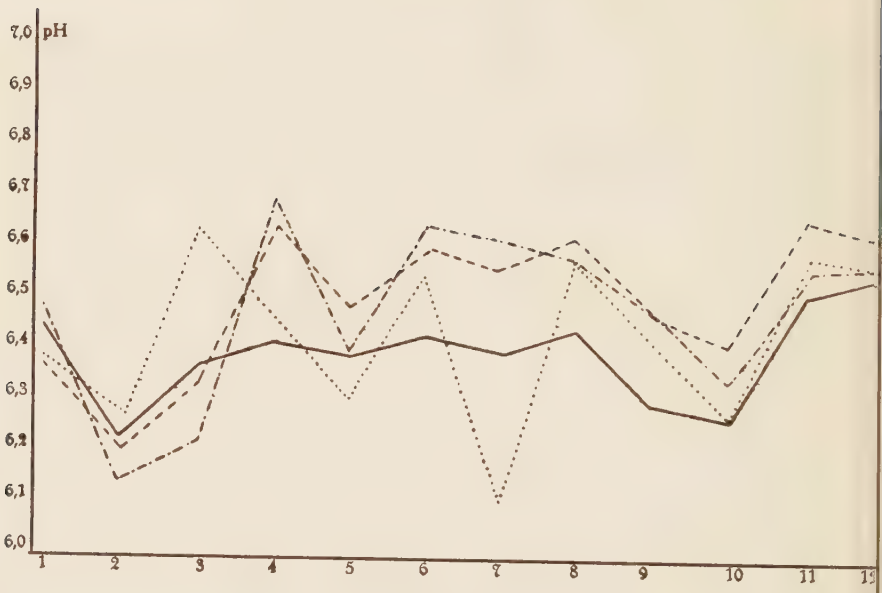
Tabelle 12.

Zeit der Messung	Adductor	Herz	Rectus	Zwerchfell
1. Tag	6,44	6,37	6,41	6,38
2. „	6,22	6,26	6,28	6,30
3. „	6,27	6,35	6,37	6,55
4. „	6,58	6,55	6,40	6,43
5. „	6,39	6,45	6,38	6,33
6. „	6,55	6,53	6,41	6,49
7. „	6,53	6,50	6,39	6,20
8. „	6,51	6,54	6,42	6,51
9. „	6,44	6,44	6,32	6,41
10. „	6,35	6,40	6,30	6,30
11. „	6,49	6,56	6,47	6,51
12. „	6,50	6,54	6,49	6,50

Hierzu Kurve 2.

Versuchsergebnis: Mit der pH-Messung wird 24 Stunden nach der Schlachtung begonnen. Die pH-Werte liegen bei Adductor und Rectus über 6,4 (6,44; 6,41). Bei Herz und Zwerchfell unter 6,4 (6,37; 6,38). Vom ersten bis zum zweiten Tag ist ein weiteres Absinken zu bemerken, bei Adductor bis pH 6,22. Die Linie 6,2 wird nicht

Kurve 2



M. adductor
M. rectus
Zwerchfell
Herz

unterschritten. Nach 2 Tagen ist wieder Ansteigen bis zum dritten bezw. vierten Tage zu beobachten, bei Adductor sogar bis 6,58. Auch im weiteren Verlauf zeigt die Kurve abwechselndes Steigen und Fallen ohne jede Regelmäßigkeit. Hätte man sich an die seitherige Beurteilungsweise gehalten, so hätte z. B. Zwerchfellmuskulatur nach 6 Tagen als im Beginn der Verderbnis befindlich bezeichnet werden müssen, während sie nach 7 Tagen wieder tauglich gewesen wäre. Dasselbe ist für M. adductor für den 6.. und 10. Tag festzustellen. Aus der Kurve 2 geht keinesfalls hervor, daß die Säuerung in einer gewissen Konstanz um den tiefsten Säurepunkt herum für mehrere Tage erhalten bleibt.. Das Gegenteil ist der Fall. Fallen und nachfolgendes Steigen der pH-Werte wechseln miteinander ab, ohne daß aus dem Verlauf der pH-Kurve irgendwelche Schlüsse für die Beurteilung des Fleisches gezogen werden können.

Versuch 13.

Material: Herz, M. rectus und M. tibialis eines gut genährten Schweines.

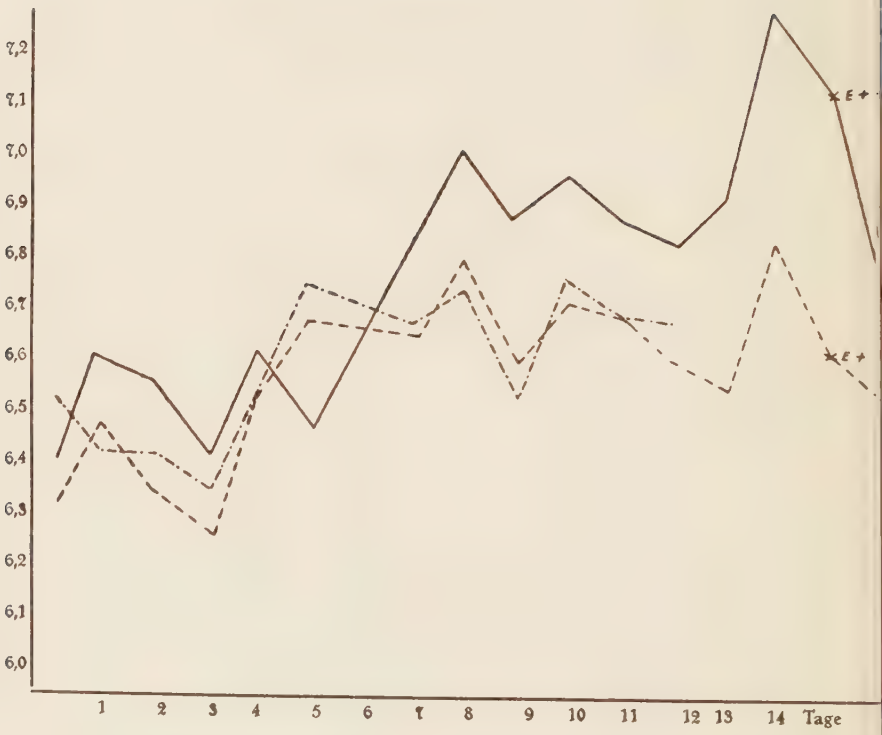
Tabelle 13.

Zeit der Messung	Herz	Rectus	Tibialis
8 Stunden nach der Schlachtung	6,39	6,32	6,47
1 Tag " " "	6,56	6,43	6,39
2 Tage " " "	6,52	6,31	6,38
3 " " " "	6,38	6,23	6,31
4 " " " "	6,57	6,50	6,51
5 " " " "	6,43	6,64	6,70
7 " " " "	6,77	6,60	6,62
8 " " " "	6,95	6,75	6,69
9 " " " "	6,82	6,55	6,48
10 " " " "	6,90	6,66	6,70
11 " " " "	6,82	6,63	6,63
12 " " " "	6,77	6,54	6,62
13 " " " "	6,58	6,49	
14 " " " "	7,20	6,76	
15 " " " "	E+7,07	E+6,56	

Hierzu Kurve 3. Zeichenerklärung: E+ = Ebersche Probe positiv.

Versuchsergebnis: Die Messung beginnt 8 Stunden nach der Schlachtung. Die pH-Werte von Herz und M. rectus steigen von diesem Zeitpunkt an und erreichen nach 24 Stunden Werte von pH 6,56 u. pH 6,43. Sie liegen hiermit schon in einem Gebiet, bei dem das Fleisch nach der seitherigen Bewertung als im Beginn der Verderbnis bezeichnet werden müßte. Bei M. tibialis dagegen ist von vornherein ein kontinuierliches Absinken der pH-Werte bis zum dritten

Kurve 3


7,2
7,1
7,0
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
6,4
6,3
6,2
6,1
6,0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
Tage
Herz
M. rectus
M. tibialis anterior

Tage festzustellen.. Nach drei Tagen liegen sämtliche Werte unter pH 6,4. Hiermit ist in der beigegebenen Kurve 3 der tiefste Punkt der Säuerung erreicht. Während der folgenden Tage sind außerordentliche Schwankungen festzustellen, die aber keinerlei Schluß auf ein Verderben des Fleisches zulassen. Die Ebersche Probe wird bei Herz erst nach 15 Tagen bei pH 7,07 und bei Rectus nach 15 Tagen bei pH 6,56 positiv, obwohl vorher schon, und besonders auffallend bei M. rectus nach 5, 7, 8, 10, 11 und 14 Tagen höhere pH-Werte gemessen wurden.

Die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration kann nach diesem Versuch nicht für eine Beurteilung des Fleisches auf Verdorbensein, oder beginnende Verderbnis herangezogen werden..

Versuch 14.

Material: Herz, M. rectus und M. longus colli eines weiblichen Schweines. Das Schwein wurde mit einem Kraftwagen ungefähr eine halbe Stunde transportiert und eine Stunde später geschlachtet.

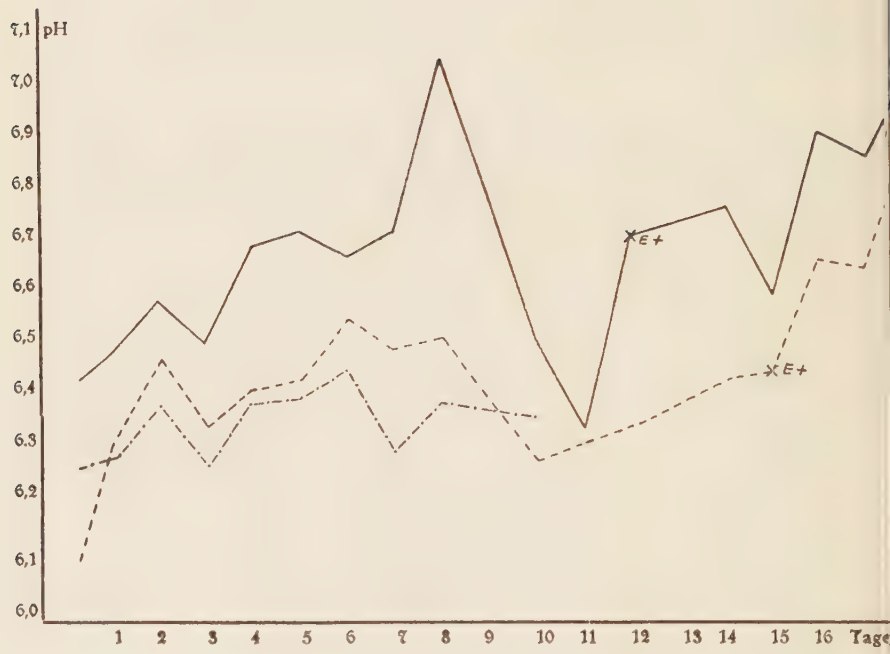
Tabelle 14.

Zeit der Messung	Herz	Rectus	Long. col
8 Stunden nach der Schlachtung	6,45	6,11	6,27
1 Tag „ „ „	6,51	6,32	6,29
2 Tage „ „ „	6,62	6,49	6,40
3 „ „ „ „	6,53	6,35	6,27
4 „ „ „ „	6,72	6,43	6,40
5 „ „ „ „	6,75	6,45	6,41
6 „ „ „ „	6,70	6,57	6,47
7 „ „ „ „	6,75	6,51	6,30
8 „ „ „ „	7,11	6,53	6,40
10 „ „ „ „	6,53	6,28	6,37
11 „ „ „ „	6,34	6,32	
12 „ „ „ „	E+6,74	6,35	
14 „ „ „ „	6,81	6,45	
15 „ „ „ „	6,63	E+6,48	
16 „ „ „ „	6,97	6,71	
17 „ „ „ „	6,93	6,69	
18 „ „ „ „	7,14	7,05	

Hierzu Kurve 4.

Versuchsergebnis: Die pH-Messung für Herz, M. rectus und M. longus colli wird nach 8 Stunden vorgenommen. Von diesem Zeitpunkt ab bis zum zweiten Tage steigen die pH-Werte bei M. longus colli bis pH 6,40, bei M. rectus bis pH 6,49 und bei Herz bis

Kurve 4



——— Herz
– – – – M. rectus
—·—·— M. longus colli

pH 6,62. Nach drei Tagen sind die pH-Werte von Rectus und Longus colli wieder unter 6,4 gesunken. Auch bei Herz ist ein Absinken zu bemerken, jedoch nur bis pH 6,53. Von da ab vollständig unregelmäßiger Verlauf der pH-Kurve (siehe Kurve 4). Nach 6 Tagen erreicht M. longus colli einen pH-Wert von 6,47, M. rectus einen pH-Wert von 6,57 und Herz einen pH-Wert von 6,70. Die Kurve für Herzmuskulatur steigt nach 8 Tagen sogar bis pH 7,11, nach 11 Tagen sinkt sie wieder auf pH 6,34 ab.

Die Ebersche Probe wird bei M. rectus nach 15 Tagen bei pH 6,45 positiv, bei Herz nach 12 Tagen bei pH 6,74. Irgendwelche Schlüsse auf die Haltbarkeit des Fleisches lassen sich nach Versuch 14 aus den festgestellten pH-Werten nicht ziehen, insbesondere kann nicht behauptet werden, daß ein pH-Wert über 6,4 den Beginn der Verderbnis anzeigt.

Versuch 15.

Material: Von einem gutgenährten Schwein wird Herz, M. rectus und M.. tibialis untersucht.

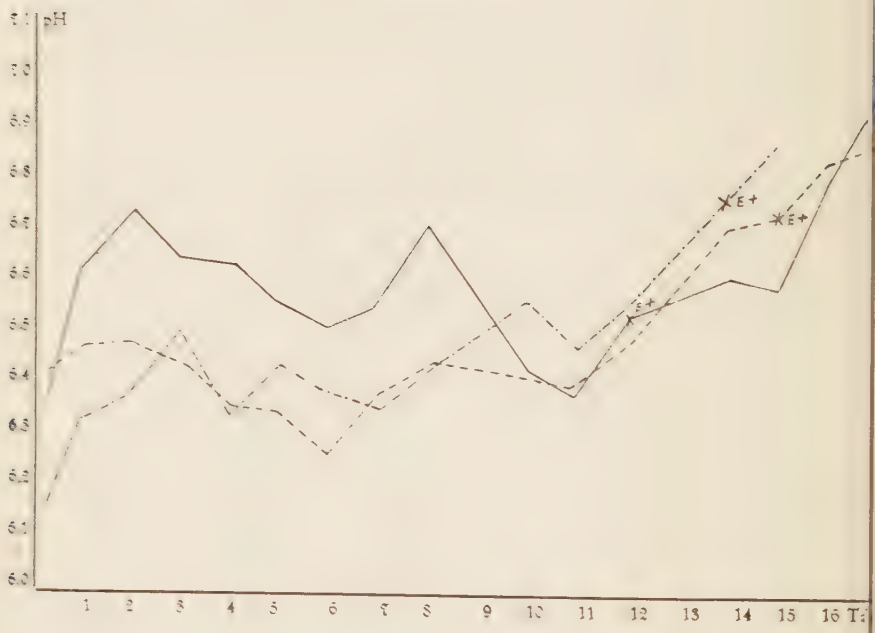
Tabelle 15.

Zeit der Messung	Herz	Rectus	Tibialis
8 Stunden nach der Schlachtung	6,36	6,40	6,14
1 Tag „ „ „	6,61	6,45	6,31
2 Tage „ „ „	6,72	6,46	6,36
3 „ „ „ „	6,63	6,42	6,49
4 „ „ „ „	6,62	6,34	6,32
5 „ „ „ „	6,55	6,32	6,42
6 „ „ „ „	6,50	6,25	6,37
7 „ „ „ „	6,55	6,37	6,34
8 „ „ „ „	6,70	6,43	6,42
10 „ „ „ „	6,42	6,41	6,56
11 „ „ „ „	6,38	6,39	6,47
12 „ „ „ „	E+6,53	6,48	6,56
14 „ „ „ „	6,61	6,71	E+6,78
15 „ „ „ „	6,60	E+6,74	
16 „ „ „ „	6,82	6,85	
17 „ „ „ „	6,98	6,89	

Hierzu Kurve 5.

Versuchsergebnis: Mit der pH-Messung wird 8 Stunden nach der Schlachtung des Tieres begonnen. Die Werte für M. rectus, M. tibialis und Herzmuskulatur verlaufen von diesem Zeitpunkt an bereits in aufsteigender Linie. Es ist anzunehmen, daß der Punkt der ersten Säuerung nach der Schlachtung bei Versuchsbeginn bereits überschritten ist. (Siehe hierzu insbesondere die Kurven des Versuches 7). Das Ansteigen der pH-Werte hält bis zum zweiten Tage,

Kurve 5.



——— Herz
– – – – M. rectus
——— M. tibialis ant.

bei M. tibialis bis zum dritten Tage an. Von da ab ist ein Absinken bis zum 6. Tage zu beobachten. Hierauf folgt wieder Anstieg bis zum achten bezw. zehnten Tage, dann nochmaliger Abstieg am elften Tage und daraufhin Ansteigen bis zum positiven Ausfall der Eberschen Probe. Die Ebersche Probe wird für Herz nach 12 Tagen (pH 6,53), für M. rectus nach 15 Tagen (pH 6,74) und M. tibialis nach 14 Tagen (pH 6,78) positiv.

Aus der Kurve 5 ist deutlich zu ersehen, daß nach dem seitherigen Beurteilungsschema Herzmuskulatür und der Rectus schon nach einem Tage, der Tibialis nach drei Tagen als im Beginn der Verderbnis befindlich beurteilt hätte werden müssen. Ebenso hätte nach 8 Tagen für Herz bei einem pH-Wert von 6,70 eine ungünstige Beurteilung stattfinden müssen, während nach 11 Tagen dasselbe Herz wieder pH unter 6,4 anzeigt.

Die pH-Kurve verläuft also nach der Schlachtung auch in Versuch 15 nicht abwärts bis zum tiefsten Punkte der Säuerung und sodann annähernd in einer Wagrechten ungefähr um pH 6,0, um nach einer gewissen Zeit über 6,4 zu steigen und damit die Verderbnis anzuzeigen, sondern die Kurve verläuft vollkommen unregelmäßig, auf- und absteigend, ohne daß an irgend einem Tage aus dem Ansteigen der pH-Kurve der Beginn der Verderbnis abzulesen gewesen wäre. Höchstens hätte man sagen können, daß die Verderbnis bei pH 6,8 sicher vorhanden war.

V. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Die pH-Werte für Fett liegen durchschnittlich ziemlich hoch (um 7,0). Der Verlauf der pH-Kurve ist unregelmäßig und ohne Gesetzmäßigkeit. 6 Tage nach der Schlachtung wird bei Kühlhausaufbewahrung die tiefste Säuerung mit pH 6,57 gemessen. Dann erfolgt wieder Anstieg bis zum Wert 7,44, 14 Tage nach der Schlachtung. Nach 8 Tagen bei pH 7,0 wird die Ebersche Probe positiv. Der Schluß ist zulässig, daß Fettgehalt eines Muskels dessen pH erhöht.

Für Blut liegen die pH-Werte sofort nach der Schlachtung sowie bei mehrtägiger Aufbewahrung bei 0° fast immer über 7,0. Das Säuerungsvermögen ist gering. Daraus ist zu ersehen, daß das Muskelfleisch eines schlecht ausgebluteten Tieres höhere pH-Werte aufweist, als das eines gut ausgebluteten Tieres. Je länger das Blut aufbewahrt wird, um so langsamer ist die Filtration der Extrakte.

Die gleichen Feststellungen sind für Bindegewebe zu machen. Wie bereits Keller (10) für das Rind nachgewiesen hat, weist auch beim Schweine das Bindegewebe einen sehr hohen pH-Wert

(um 7,0) sofort nach der Schlachtung und 24 Stunden nach der Schlachtung auf. In Versuch 3 wird am 6. Tage bei Brustfell die tiefste Säuerung mit pH 6,56 gemessen.

Die Versuche 4, 5 und 6 zeigen deutlich, daß in fett-, blut- und bindegewebshaltiger Muskulatur höhere pH-Werte gemessen werden, als in Muskulatur, die diese Bestandteile nicht, oder nur in geringer Menge enthalten. Die Reaktion wird umsomehr nach der alkalischen Seite beeinflußt, je größer der Gehalt eines Muskels an diesen Bestandteilen ist.

Aus den Versuchen mit Muskulatur innerhalb 32 Stunden nach der Schlachtung ist zu ersehen, daß kurze Zeit nach der Schlachtung der M. rectus stark säuert. Die tiefste Säuerung wird mit pH 5,59 nach 5 Stunden gemessen. Nach 24 Stunden liegen sämtliche Werte über 6,4. Es wäre also falsch nach der seitherigen Anschauung aus den hohen pH-Werten 24 Stunden nach der Schlachtung auf eine verminderte Haltbarkeit des Fleisches zu schließen.

Für Herzmuskulatur und Zwerchfellmuskulatur wird innerhalb 24 Stunden eine zweimalige Säuerung festgestellt. Dreimal tritt die Säuerung nach 24 Stunden stärker hervor, als nach 4 Stunden. Die pH-Werte nach 24 Stunden liegen um 6,3.

Bei längerer Aufbewahrung des Fleisches bei einer durchschnittlichen Temperatur von 0° C ist keine Regelmäßigkeit in der Änderung der pH-Werte zu beobachten. Es geht keinesfalls aus den Versuchen hervor, daß die Säuerung in einer gewissen Konstanz um den tiefsten Säurepunkt für mehrere Tage erhalten bleibt.. Herzmuskulatur weist die größten Schwankungen in der pH auf und hat durchschnittlich auch die höchsten Werte. Die außerordentlichen Schwankungen der pH-Werte lassen keinesfalls den Schluß auf ein Verdorbensein des Fleisches zu. Es werden schon am ersten, am zweiten und am dritten Tage pH-Werte über 6,4 gemessen, die nach der seitherigen Ansicht doch ohne weiteres auf eine schnelle Verderbnis bezw. geringe Haltbarkeit des Fleisches schließen lassen können. Die Ebersche Probe wird in diesen Fällen jedoch erst nach 10—12 Tagen positiv. Es kann also die pH-Bestimmung als Hilfsmittel bei der Beurteilung von Schweinefleisch nicht herangezogen werden.

VI. Schlußsätze.

1. Fett-, Blut- und Bindegewebe haben höhere pH-Werte als die Muskulatur.

2. Durch den Gehalt eines Muskels an Fett, Blut und Bindegewebe wird dessen pH verhältnismäßig bedeutend erhöht.

3. Der tiefste Punkt der ersten Säuerung des Fleisches ist schon 4—5 Stunden nach der Schlachtung erreicht.

4. Eine weitere Säuerung kann nach 24 Stunden eintreten, jedoch von geringerer Intensität.

5. Die Änderung der pH bei längerer Aufbewahrung der Muskulatur bei einer Temperatur von durchschnittlich 0° C ist unregelmäßig und ohne Gesetzmäßigkeit.

6. Aus den Versuchen mit Schweinefleisch aus normalen Schlachtungen ist nicht zu ersehen, daß ein pH-Grenzwert für die Beurteilung: Verminderte Haltbarkeit oder gar Genußtauglichkeeit festgesetzt werden kann. Höchstens kann festgestellt werden, daß die pH-Werte für Skelettmuskulatur innerhalb der ersten 3 Tage nach der Schlachtung bei normalen Schweinen den Wert 6,5 nicht übersteigen.

7. Die pH-Messung bei Schweinefleisch kann nach den beschriebenen Untersuchungen nicht als Hilfsmitel für die Fleischuntersuchung empfohlen werden.

8. Weitere Untersuchungen mit Fleisch abgehetzter und notgeschlachteter Tiere müssen zur Klärung der schwebenden Fragen herangezogen werden, insbesondere, ob die 5 Stunden nach der Schlachtung beobachtete tiefe Säuerung in diesen Fällen nicht eintritt und ob auch bei notgeschlachteten Tieren die pH-Werte für Skelettmuskulatur innerhalb der ersten drei Tage unter 6,5 bleiben, oder diesen Wert übersteigen. Das Fehlen der Säuerung nach 5 Stunden und höhere Werte als 6,5 bei Skelettmuskulatur innerhalb der ersten 3 Tage würde vielleicht einen Anhaltspunkt für die Prognose der Haltbarkeit des Fleisches abgeben können.

Am Schlusse meiner Ausführungen danke ich Herrn Schlachthofdirektor Dozent Dr. med. vet habil. Hugo Keller für die Überlassung der Arbeit und die mir jederzeit freundlichst gewährte Hilfe mit Rat und Tat.

Schrifttum.

1. Andrjewski, P.: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Zschr. f. Infekt.-Krankh. d. Haustiere, 1928, Bd. 32, S. 89.

2. Bongert, J.: Veterinäre Lebensmittelüberwachung. Berlin 1925, Verl. v. R. Schoetz.

3. Fooy, J. P.: Messung der Wasserstoffionenkonzentration und das Verderben von Fleisch. I. D. Utrecht 1930. Ref. Zschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1932, S. 161,

4. Geiger, F.: Zur Bewertung der Wasserstoffionenkonzentration (pH) für die Untersuchung animalischer Lebensmittel und Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration in Rindereutern. I. D. Gießen 1936.

5. Grüttner, F.: Über die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration als Hilfsmittel für die Beurteilung des Fleisches. Zschr. f. Infekt. d. Haust. 1929, Bd. 36, S. 287,

6. Derselbe: Fleischbeschau und Haltbarkeit des Fleisches. B. T.. W. 1929, S. 220.

7. Herzner und Mann: Studien über den Nachweis beginnender Fäulnis. Zschr. f. Untersuchung der Lebensmittel 1926, Bd. 52, S. 215.

8. Hökl, J.: Über die Wasserstoffionenkonzentration im Hinblick auf ihren Wert bei der praktischen Fleischbeurteilung. D. S. Z. 1932, S. 269.

9. Horowitz-Wlassowa: Zur Frage der gesundheitlichen Beurteilung der Fleischwaren. Zschr. f. Untersuchung d. Lebensmittel 1928, Bd. 55, S. 239.

10. Keller, H.: Über die Rolle des Bindegewebes bei der pH-Bestimmung des Fleisches. Zschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1936, S. 89.

11. Derselbe: Zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration in Rinder- u. Schweinemuskulatur mittels Methylrot-Indikator-Folien. D. S. Z. 1936, S. 281.

12. Lenfeld, J.: Untersuchung und Beurteilung des Fleisches bei Notschlachtungen. Zschr. f. Infekt.-Krankheiten der Haustiere 1929, Bd .35, S. 303.

13. Derselbe: Zur Charakteristik d. postmortalen Veränderungen des Fleisches gesunder, kranker und verendeter Tiere. Zschr. f. Infekt.-Krankheiten der Haustiere. 1929, Bd. 36, S. 44.

14. Meßner, H.: Über den Nachweis der beginnenden Fleischfäulnis in der praktischen Lebensmittelkontrolle. (Prager Arch. f. Tiermed., VII, A, 1928) Ref. Zeitschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1929 Bd. 39, S. 69.

15. v. Ostertag, R.: Handbuch der Fleischbeschau. Stuttgart 1922, Verlag Ferd. Enke.

16. van Oyen, C. F.: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, pH, des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe f. d. Beurteilung des Fleisches. Zschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1933, Bd. 43, S. 429, S, 449.

17. Postma, C.: pH-Bestimmung in Fleischsäften. Zschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1934. Bd. 44, S. 182—184, S. 206—208.

18. Schoon, J. G.: Kolorimetrische Bestimmung d. Wasserstoffionenkonzentration in Fleischextrakten u. d. Wert dieser Bestimmung f. d. Beurteilung d. Fleisches kranker Tiere. (I. D. Utrecht 1931.) Ref. Zschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1931, Bd. 41, S. 445.

19. Schönberg, F.: Die Bedeutung der neuen Anlage 4 zu den BB. A. Gleichzeitig einige Bemerkungen zur Beurteilung notgeschlachteter Tiere unter Verwertung der pH-Messung im Fleisch. B. T. W. 1936, S. 159.

20. Derselbe: Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel, Berlin 1932, Verl. v.. R. Schoetz.

21. Walkiewicz: Eine einfache Methode z. Nachweis der Fleischfäulnis. Zschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1936, S. 171.

Lebenslauf.

Am 21. Dezember 1912 wurde ich, Otto Magsaam, als Sohn des Lehrers Heinrich Magsaam und seiner Ehefrau Wilhelmine Luise, geb. Maser in Fränkisch-Crumbach i. O. geboren. Von 1919 bis 1921 besuchte ich die Volksschule zu Groß-Umstadt, von 1921 bis 1931 die dortige Oberrealschule und legte 1931 die Reifeprüfung ab. Ab Sommersemester 1931 widmete ich mich dem veterinärmedizinischen Studium an der Universität Gießen. Hier bestand ich nach dem dritten Semester den naturwissenschaftlichen, und nach dem vierten Semester den anatomisch-physiologischen Abschnitt des tierärztlichen Vorexamens. Im Sommersemester 1933 studierte ich an der Tierärztlichen Hochschule in Wien. Wintersemester 1933/34 kehrte ich nach Gießen zurück und bestand dort am 10. Februar 1936 das tierärztliche Staatsexamen. Den Schlachthofkurs absolvierte ich am Schlachthof in Darmstadt. Seit 1. August 1936 bin ich als Schlachthoftierarzt am Schlachthof zu Gießen beschäftigt.